

明 細 書

ガス分離装置

技術分野

[0001] 本発明は、複数の特定ガスを含む被処理ガスから各特定ガスを分離するガス分離装置に関する。

背景技術

[0002] 従来より、半導体製造工程では、その工程に応じて、各種のガスが利用されている。例えば、ドライエッチング工程や薄膜形成工程などにおいて、 CF_4 、 NF_3 、 C_3F_8 、 SF_6 、 CHF_3 などのフッ素を含む化合物であるPFC(perfluoro compound)ガスが反応性ガスとして使用され、これらを含む排ガスが生じる。

[0003] これらPFCなどの排ガスは、そのまま系外に排出することはできないため、各種の処理方法で処理される。このような処理方法としては、(i)燃焼、触媒加熱、プラズマ分解などPFCガスを分解する分解処理や、(ii)膜によってこれら物質を分離する膜分離、(iii)ガスの沸点の相違を利用して分離する深冷冷却分離、(iv)吸着除害などがある。

[0004] しかし、上記(i)分解処理では、完全な分解が難しいことや、ガスを分解して排気するため、回收利用が図れないという問題がある。また、上記(ii)膜分離では、排ガス中の窒素の除去は可能であるが、分子の大きさが近い CF_4 と NF_3 等の分離は困難であるという問題がある。さらに、上記(iii)では、装置が非常に大きくなり、設備費およびランニングコストが非常に高くなるという問題がある。また、 NF_3 と、 CF_4 とは、沸点の差が 1°C しかなく、その分離が難しいという問題もある。また、(iv)では、吸着剤の交換が必要になり、使用済み吸着剤の処分費がかかるという問題がある。

[0005] そこで、特開2002-273144号公報では、活性炭を充填材としたクロマト分離装置を利用して、PFCガスを分離することが提案されている。この特開2002-273144号公報の装置によって、 CF_4 と、 NF_3 が効果的に分離できることが確認されている。

[0006] しかし、特開2002-273144号公報の装置では、例えば CF_4 と、 C_2F_6 の混合ガスについては十分に行えないことが分かった。PFCガスは上述のように、各種のガスが

含まれ、このような多成分のPFCガスについて効果的に分離処理が可能な装置が望まれる。

発明の開示

- [0007] 本発明では、複数種類の成分を含むPFCガスから各成分を効果的に分離できるガス分離装置を提供する。
- [0008] 本発明は、複数の特定ガスを含有する被処理ガスから各特定ガスを分離するガス分離装置であって、異なる充填材が充填された複数のカラムを含み、これらカラムを直列接続することで、被処理ガスを複数のカラムの充填材に順次通過させて、被処理ガスから各特定ガスをクロマト分離することを特徴とする。
- [0009] また、本発明は、複数の特定ガスを含有する被処理ガスから各特定ガスを分離するガス分離装置であって、異なる充填材が充填されたカラムを含み、被処理ガスをカラム内の複数の充填材に通過させて被処理ガスから各特定ガスをクロマト分離することを特徴とする。
- [0010] このように、複数の充填材を利用してクロマト分離を行うことで複数の特定ガスを効果的に分離することができる。
- [0011] また、前記特定ガスは、半導体製造工程から排出されるPFCガスであり、前記被処理ガスはその他ガスとして窒素ガスを含むことが好適である。
- [0012] また、前記特定ガスは、 NF_3 、 CF_4 、 C_2F_6 を含み、前記充填材は、ゼオライトおよび活性炭を含むことが好適である。
- [0013] また、前記ゼオライトは、モレキュラーシーブ13Xまたはその同等品であることが好適である。
- [0014] 以上説明したように、本発明によれば、複数の充填材を利用してクロマト分離を行うことで複数の特定ガスを効果的に分離することができる。

図面の簡単な説明

- [0015] [図1]実施形態の構成を示す図である。
- [図2]複数カラムを用いるクロマト分離装置の構成を示す図である。
- [図3]第1カラム出口のガス流出状態を示す図である。
- [図4]第2カラム出口のガス流出状態を示す図である。

[図5]複数カラムを用いるクロマト分離装置の他の構成を示す図である。

[図6]図5のカラム出口のガス流出状態を示す図である。

[図7]試験装置の構成を示す図である。

[図8]試験装置の他の構成を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

- [0016] 以下、本発明の実施の形態(以下実施形態という)について、図面に基づいて説明する。
- [0017] 半導体製造工場のエッチングや薄膜形成などの製造工程10には、PFCガスが供給される。そこで、PFCガスを含んだ排ガスが生じる。この排ガス経路には、真空ポンプ12の吸い込み側が接続されており、PFCガスを含む排ガスは、この真空ポンプ12によって製造工程10から排気される。なお、PFCガスとしては、 CF_4 、 NF_3 、 C_2F_6 、 SF_6 等が適宜使用されるが、本例では CF_4 と、 C_2F_6 と、 NF_3 とが含まれている。ここで、製造工程10においては、PFCガスが分解してフッ酸を発生するため、排ガス中にはフッ酸も含まれている。このため、排ガスをそのまま真空ポンプ12に導入すると、真空ポンプ12を損傷するおそれがある。また、排ガス中にはエッチング等で発生する金属も含まれているので、そのまま真空ポンプ12に導入すると、真空ポンプにデポジットが生じるおそれもある。そこで、真空ポンプ12に至る排ガス経路において、窒素(N_2)ガスを希釈ガスとして供給し、排ガスを希釈する。
- [0018] 真空ポンプ12の吐き出し側は、スクラバー装置14に接続されており、窒素で希釈された排ガスは、スクラバー装置14に供給される。このスクラバー装置14は、水のシャワーによって、排ガス中のフッ酸(HF)及び、その他の水溶性酸性物質を水に溶解除去する。
- [0019] スクラバー装置14からの排ガスは、脱水装置16に導入され、ここで水分が除去される。これは、スクラバー装置からの排ガスは水分を多く含んでいるが、後処理工程のためには、水分を除去しておくことが好ましいからである。脱水装置16としては、どのような形式のものを採用してもよいが、排ガスの温度を低下させて水分を除去する形式のものなどが好適である。
- [0020] このようにして、得られたPFCガスおよび窒素を含む排ガスは、濃縮装置18に供給

される。この濃縮装置18は、窒素を除去するためのものであり、ガス透過膜を利用した膜分離装置が好適である。これによって、排ガス中から窒素が分離され、PFCガス（本例の場合、 CF_4 、 NF_3 および C_2F_6 ）が濃縮される。

[0021] このようにして、PFCガスを濃縮した後、このガスをクロマト分離装置20に供給する。クロマト分離装置20は、内部に所望の充填材を充填したカラムを有し、このカラム中にガスを流通する。これにより、ガス成分毎の充填材に対する親和力（吸着性や分配係数）の相違によりリテンションタイムが異なり、ガスが成分毎に分離される。すなわち、 CF_4 、 NF_3 および C_2F_6 が分離される。なお、クロマト分離のためキャリアーとして窒素ガスを利用するため、各ガスは窒素が混合されたものとなっている。

[0022] そこで、 CF_4 + 窒素を濃縮装置22、 C_2F_6 + 窒素を濃縮装置24、 NF_3 + 窒素を濃縮装置26に供給する。この濃縮装置22、24、26には、上述の濃縮装置18と同じく、膜分離装置が用いられる。特に、膜分離装置において、濃縮ガスを何度も循環したり、多段処理することで、窒素をほぼ100%分離して、純粋な、濃度100%の CF_4 ガス、 NF_3 ガス、および C_2F_6 ガスを得ることができる。

[0023] そこで、この CF_4 ガス、 C_2F_6 ガス、 NF_3 ガスを回収して、製造工程10において再利用することができる。

[0024] なお、後述するように、クロマト分離装置20においては、通常 CF_4 と、 NF_3 の両者を含む画分が得られるが、この画分についてもさらに分離を行うことで、 CF_4 と NF_3 を分離できるため、図においては、 CF_4 + NF_3 の画分については省略している。

[0025] このように、本実施形態においては、クロマト分離装置20を利用することで、 CF_4 、 C_2F_6 および NF_3 ガスを効果的に分離することができる。そこで、分離された CF_4 、 C_2F_6 、 NF_3 を回収再利用することができる。

[0026] 図2には、クロマト分離装置20の構成例が示されている。この例では、クロマト分離装置20は、第1カラム50-1と、第2カラム50-2の2つのカラムを直列接続した構成になっている。そして、第1カラム50-1には、所定細孔径のゼオライト（モレキュラーシーブ-13X）30が充填されており、第2カラム50-2には、椰子ガラ活性炭32が充填されている。第1カラム50-1には、窒素ガス（ N_2 ）が供給されるとともに、 CF_4 、 NF_3 、 C_2F_6 を含む被処理ガスが、バルブ34を介し間欠的に供給される。また、第1カラム

50-1の出口は、バルブ36を介し、第2カラム50-2の入口に接続されているとともに、バルブ38を介し、 C_2F_6 ガスを排出できるようになっている。さらに、第2カラム50-2の出口は、バルブ40を介し $CF_4 + N_2$ ガスを、バルブ42を介し $CF_4 + NF_3 + N_2$ ガスを、バルブ44を介し $NF_3 + N_2$ ガスを、バルブ46を介し窒素(N_2)ガスをそれぞれ排出できるようになっている。

[0027] このようなクロマト分離装置20において、まずバルブ34、38、40、42、44を閉じ、バルブ36、46を開き、キャリアーガスとしての N_2 を第1、第2カラム50-1、50-2に流通させている。この状態で、バルブ34を開き被処理ガスを所定量パルス的に供給する。この被処理ガスは、なるべく N_2 により希釈されずに第1カラム50-1に供給されるようにするとよい。バルブ切替によって、 N_2 の供給を止めた状態で被処理ガスを供給してもよい。

[0028] 所定量の被処理ガスの供給後バルブ34は閉じられ、被処理ガスが供給された後にまた N_2 ガスが供給される。被処理ガス中の CF_4 、 NF_3 、 C_2F_6 は、第1カラム50-1内のモレキュラーシーブ-13Xによって分離される。すなわち、 C_2F_6 は、 CF_4 、 NF_3 に比べモレキュラーシーブ-13Xから脱離されにくい。このため、図3に示すように、被処理ガス中の $CF_4 + NF_3$ の画分がまず第1カラム50-1の出口に現れ、これから遅れて C_2F_6 の画分が現れる。

[0029] そこで、 C_2F_6 が排出されるときに、バルブ36を閉じ、バルブ38を開いて、この C_2F_6 ガスを分離排出する。そして、 C_2F_6 の排出が終了したらバルブ38を閉じ、バルブ36を開く。

[0030] これによって、第2カラム50-2には、被処理ガスとして CF_4 、 NF_3 が供給されるが、 C_2F_6 は供給されない。そして、第2カラム50-2において、 CF_4 と NF_3 は、活性炭32によって分離される。すなわち、 NF_3 は、 CF_4 に比べ活性炭から脱離されにくい。このため、図4に示すように、被処理ガス中の CF_4 の画分がまず第2カラム50-2の出口に現れ、次に遅れて NF_3 の画分が現れる。ここで、 CF_4 と、 NF_3 は完全には、分離できず、中間に両者が混合されたガスが排出される。そこで、 CF_4 が排出されるときにバルブ46を閉じバルブ40を開いて $CF_4 + N_2$ を採取し、 $CF_4 + NF_3$ が排出されるときにバルブ40を閉じてバルブ42を開き $CF_4 + NF_3 + N_2$ を採取し、 NF_3 が排出されるとき

にバルブ42を閉じてバルブ44を開き $\text{NF}_3 + \text{N}_2$ を採取する。 $\text{CF}_4 + \text{NF}_3$ の画分については、別に設けた活性炭が充填されたカラムによりさらに分離を行えばよい。また、 $\text{CF}_4 + \text{NF}_3 + \text{N}_2$ について、被処理ガス側に返送してもよい。

[0031] このようにして、 $\text{C}_2\text{F}_6 + \text{N}_2$ 、 $\text{CF}_4 + \text{N}_2$ 、 $\text{NF}_3 + \text{N}_2$ を別々に採取することができる。

[0032] 図5には、クロマト分離装置20の他の構成例が示されている。この例では、単一のカラム50内に、入口側からゼオライト(モレキュラーシーブ-13X)30と、活性炭32が順番に配置されている。従って、被処理ガスは、ゼオライト30と接触した後、活性炭32と接触する。

[0033] このようなカラム50においても、上述の第1、第2カラム50-1、50-2の直列接続とほぼ同様のガス分離が行われる。上述の場合と異なり、 C_2F_6 は活性炭32を通過するが、 C_2F_6 は活性炭32を通過しても、 CF_4 、 NF_3 の後から排出されるので、分離性能には悪影響を与えない。すなわち、図6に示すように、カラム50の出口からは、 $\text{CF}_4 + \text{N}_2$ 、 $\text{CF}_4 + \text{NF}_3 + \text{N}_2$ 、 $\text{NF}_3 + \text{N}_2$ 、 $\text{C}_2\text{F}_6 + \text{N}_2$ の画分が順に現れる。そこで、バルブ38、40、42、44を順次開いてそれぞれの画分を分離して得ることができる。なお、 $\text{CF}_4 + \text{NF}_3 + \text{N}_2$ の画分については、別に設けた活性炭を充填したカラムによりさらに処理したり、被処理ガス側に返送すればよい。また、その他の構成や動作については、図2の場合と同様である。

[0034] このように、図2、5に記載した2種類の充填材に対し、順番に被処理ガスを通過させるクロマト分離装置20により、 CF_4 、 NF_3 、 C_2F_6 を分離することができる。

[0035] なお、図2、5の例では、前段にゼオライト30、後段に活性炭32を配置し、この順でクロマト分離を行ったが、この順番については、反対でもよい。また、図5の例では、ゼオライトと活性炭を混合してもよい。ただし、実験によれば、ゼオライト30により、 C_2F_6 を確実に分離した後、活性炭32により CF_4 と NF_3 を分離した方が、分離が確実に行えるようであり、反対の順番にすると、 NF_3 と C_2F_6 が完全に分離できない場合も生じる。

[0036] ここで、ゼオライト30による CF_4 と C_2F_6 の分離について説明する。本例においては、充填材としては細孔径が0.5nm以上のゼオライト30を採用している。この細孔径の大きなゼオライトによって、 CF_4 と C_2F_6 を効果的に分離することができる。

- [0037] すなわち、充填するゼオライトとしては、各種のものを利用してみたが、細孔径が0.5nm程度のモレキュラーシーブ5A(ジーエルサイエンス社製)では、十分な分離が行えず、モレキュラーシーブ13X(ジーエルサイエンス社製)や、このモレキュラーシーブ13Xの同等品として販売されている細孔径が0.8nm程度である(有効径が0.8nmを超える分子を吸着することができない)ゼオライトF-9(東ソー製)が好適であることが分かった。
- [0038] なお、細孔径がモレキュラーシーブ13Xより大きなゼオライトは現在のところ市販されておらず、確認できていないが、モレキュラーシーブ13Xより細孔径の大きなものも利用可能と考えられる。
- [0039] ここで、 CF_4 および C_2F_6 について、そのF-Fの核間距離とF電子雲半径0.133nmを考慮して計算した分子最大径は CF_4 で0.4445nm、 C_2F_6 で5.69である。例えば、 CF_4 の分子最大径は、0.1785(F-F間距離) + 0.133 × 2 (F2個) で求められる。
- [0040] モレキュラーシーブ5Aを利用した場合に、 CF_4 と C_2F_6 の分離ができないのは、 C_2F_6 の分子径よりも細孔径が小さいからと考えられる。従って、ゼオライトとしては、細孔径が C_2F_6 の分子最大径より大きなものを利用することが必要である。
- [0041] そして、このようなゼオライトを利用した場合、 CF_4 に対する吸着力が弱くなる一方で、 C_2F_6 については依然として吸着がなされる。これによって CF_4 と C_2F_6 の確実な分離が達成されることが考えられる。
- [0042] モレキュラーシーブは、通常その細孔径より大きな分子と、小さな分子をふるい分けるものであり、分離対象としている2つの物質の両方より大きな細孔径を有するものを利用して分離を行うことは通常行われたい。
- [0043] 本実施形態では、分離対象となる CF_4 と、 C_2F_6 の最大径より大きな吸着細孔径のゼオライトを用いることによって、両者を分離する。
- [0044] なお、このクロマト分離装置20においては、キャリアガスとして窒素を用い、これによって充填材に吸着されている CF_4 、 C_2F_6 を順次脱離排出させることで、 CF_4 と C_2F_6 を分離している。
- [0045] なお、上述のようなクロマト分離装置20を複数用意しておき、排ガスを各クロマト分

離装置20に順次供給し、各画分を各クロマト分離装置20から順次採取することも好適である。

- [0046] クロマト分離装置20の出口における各成分のガスの採取や、バルブ切換は、出口ガスの分析結果に基づき行うことが好適である。例えば、四重極質量分析計(QMS)、示差熱式検出器(TCD)やフーリエ変換-赤外線分析計(FT-IR)等を用いて、成分を検出し、その結果により制御するとよい。

実施例

- [0047] (実施例1)

図7の構成の試験装置により実験を行った。この図7の装置は、図2の構成に対応するものである。

- [0048] 試験用の第1カラム50-1として、外径1/8インチ、5mのSUS管にモレキュラーシーブ-13X(ジエールサイエンス社製)で、粒径60-80メッシュのものをゼオライト30として充填したカラムを用いた。試験用の第2カラム50-2として外径1/8インチ、5mのSUS管に椰子ガラ活性炭で比表面積 $1158\text{m}^2/\text{g}$ 、粒径60-80メッシュのものを活性炭32として充填したカラムを用いた。そして、第1、第2カラム50-1、50-2を直列で接続した。
- [0049] 第1、第2カラム50-1、50-2に窒素(N_2)ガスを $35\text{mL}/\text{分}$ の流速で流し、6方コック60で、 $\text{CF}_4/\text{C}_2\text{F}_6/\text{NF}_3$ の混合ガス($\text{CF}_4:\text{C}_2\text{F}_6:\text{NF}_3=1:1:1$)をパルス的に導入した。また、第1カラム50-1、第2カラム50-2の出口は質量分析計62で分析した。なお、図におけるMFCは、流量調整器である。
- [0050] 第1カラム50-1の出口の分析結果は、図3に示したとおりであり、第2カラム50-2の出口の分析結果は、図4に示した通りである。
- [0051] なお、実験では 40°C で実施したが、他の温度でも問題はない。ただし、分離特性は温度によって異なるため一定温度で行うことが望ましい。
- [0052] この実験結果よりパルス導入では、第1カラム50-1の出口で $\text{CF}_4 + \text{NF}_3$ 混合物と C_2F_6 のピークは完全に分かれておりサンプリング期間を選択することにより $\text{CF}_4 + \text{NF}_3$ 混合ガスと純粋な C_2F_6 をそれぞれ得ることが出来ることが確認された。そして、純粋な C_2F_6 は抜き出され、 $\text{CF}_4 + \text{NF}_3$ の混合ガスは次に試験カラム2に送られる。その結

果第2カラム50-2の出口では CF_4 と NF_3 のガスが分離して排出されることが分かった。

[0053] 第2カラム50-2の出口では純粋な CF_4 、 $\text{CF}_4 + \text{NF}_3$ 未分離ガス、純粋な NF_3 が得られるため、未分離ガスを更に直列の本カラム入り口に戻すか、直列に設置した別の活性炭カラムに通気して分離回収することが好適である。

[0054] 従って、上述のような装置によって好適な CF_4 、 C_2F_6 、 NF_3 の回収が可能であることが確認された。

[0055] (実施例2)

図8の構成の試験装置により実験を行った。試験用のカラム50として外径1/8インチ、10mのSUS管に椰子ガラ活性炭で比表面積 $1158\text{m}^2/\text{g}$ 、粒径60-80メッシュのものを充填した後、モレキュラーシーブ-13X(ジーエルサイエンス社製)で、粒径60-80メッシュのものを充填したカラムを用いた。これによって、図5のように、被処理ガスの流通方向に沿ってゼオライト(モレキュラーシーブ-13X)30と、活性炭(椰子ガラ活性炭)32が配置される。これら充填材の充填比率は1:1である。

[0056] このカラム50に窒素ガスを $35\text{mL}/\text{分}$ の流速で流し、6方コック60で $\text{CF}_4/\text{C}_2\text{F}_6/\text{NF}_3$ の混合ガス($\text{CF}_4:\text{C}_2\text{F}_6:\text{NF}_3=1:1:1$)をパルス的に導入した。カラム50の出口は質量分析計62で分析した。なお、図におけるMFCは、流量調整器である。

[0057] 出口の分析結果は、図6に示したとおりである。なお、実験は 40°C で実施したが、他の温度でも問題はない。ただし、分離特性は温度によって異なるため一定温度で行うことが望ましい。

[0058] 実験結果より、カラム50の出口では CF_4 、 NF_3 、 C_2F_6 の順にピークが現れ、各ガスを分離可能であることが分かった。未分離の $\text{CF}_4 + \text{NF}_3$ の画分は後段の別の活性炭カラムに通気すれば分離が可能である。

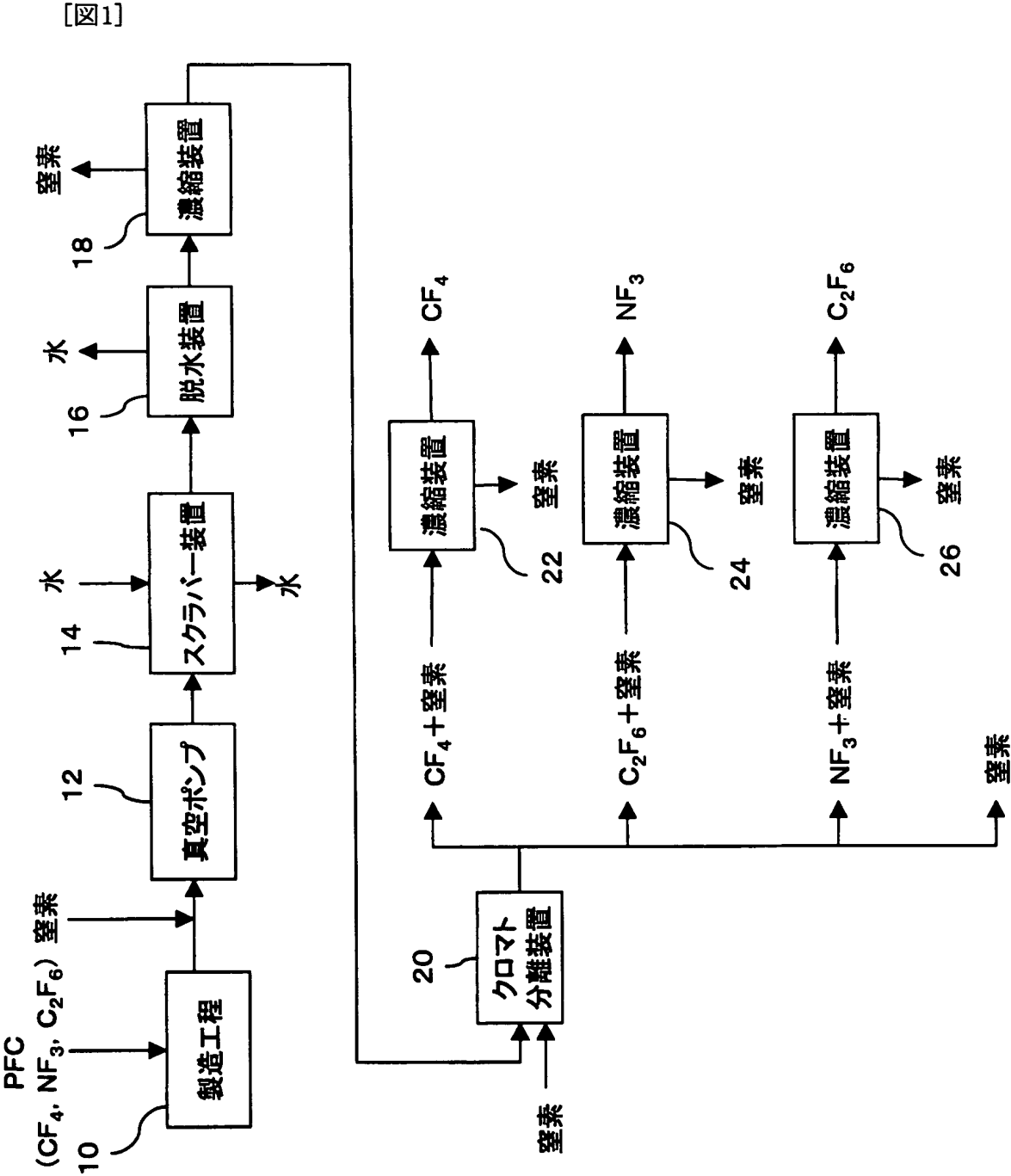
[0059] 供給ガス濃度によってピークの幅は変わり未分離部分の重なり方も変わるが、単一カラムに充填する充填材の充填比率(本実施例では1:1)を変更することで適切な分離に対応できる。

[0060] このように、上述のような装置によって好適な CF_4 、 C_2F_6 、 NF_3 の回収が可能であることが確認された。

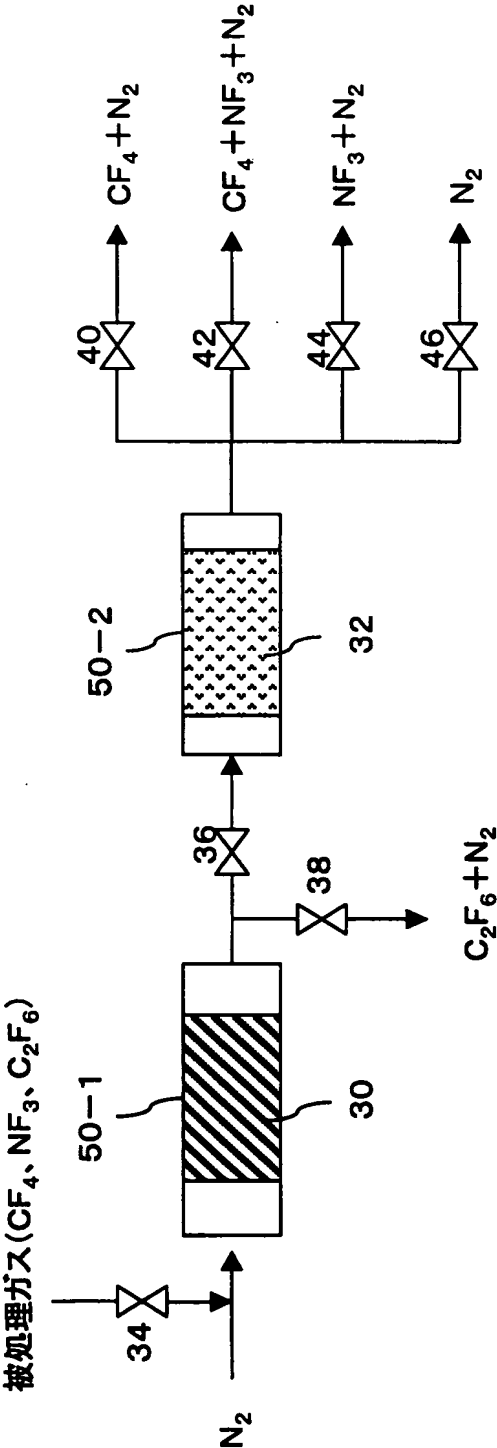
[0061] なお、ゼオライト30として、モレキュラーシーブ-13Xと同等の構造をもつ(同等品である)F-9(東ソー製)についても、実験を行ってみた。このF-9においても、若干リテンションタイムは大きかったもののモレキュラーシーブ-13Xと同様に CF_4 と C_2F_6 の分離処理を行うことができた。

請求の範囲

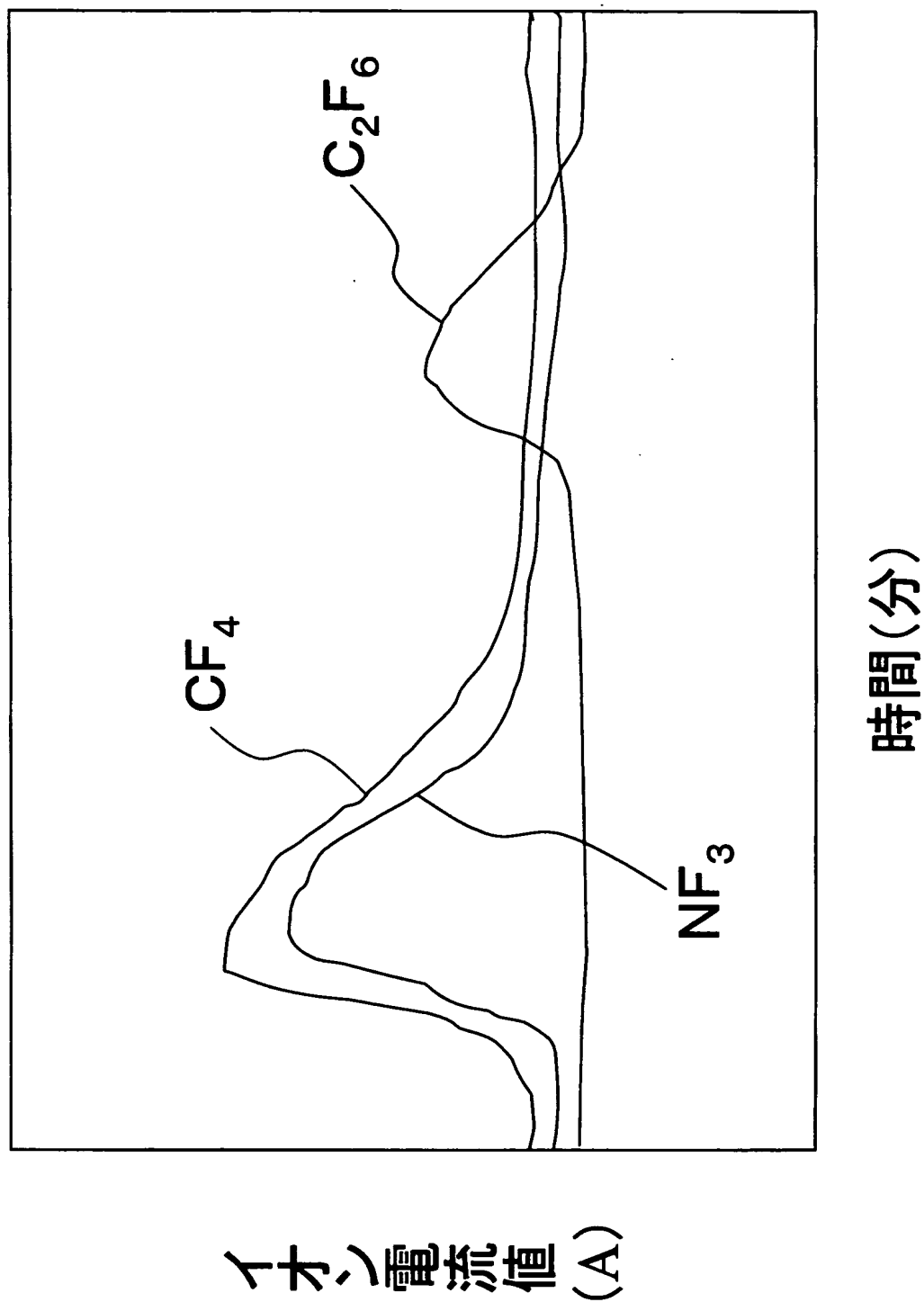
- [1] 複数の特定ガスを含有する被処理ガスから各特定ガスを分離するガス分離装置であって、
異なる充填材が充填された複数のカラムを含み、これらカラムを直列接続することで、被処理ガスを複数のカラムの充填材に順次通過させて、被処理ガスから各特定ガスをクロマト分離することを特徴とするガス分離装置。
- [2] 複数の特定ガスを含有する被処理ガスから各特定ガスを分離するガス分離装置であって、
異なる充填材が充填されたカラムを含み、被処理ガスをカラム内の複数の充填材に通過させて被処理ガスから各特定ガスをクロマト分離することを特徴とするガス分離装置。
- [3] 請求項1または2に記載の装置において、
前記特定ガスは、半導体製造工程から排出されるPFCガスであり、前記被処理ガスはその他ガスとして窒素ガスを含むことを特徴とするガス分離装置。
- [4] 請求項3に記載の装置において、
前記特定ガスは、 NF_3 、 CF_4 、 C_2F_6 を含み、
前記充填材は、ゼオライトおよび活性炭を含むことを特徴とするガス分離装置。
- [5] 請求項4に記載の装置において、
前記ゼオライトは、モレキュラーシーブ13Xまたはその同等品であることを特徴とするガス分離装置。



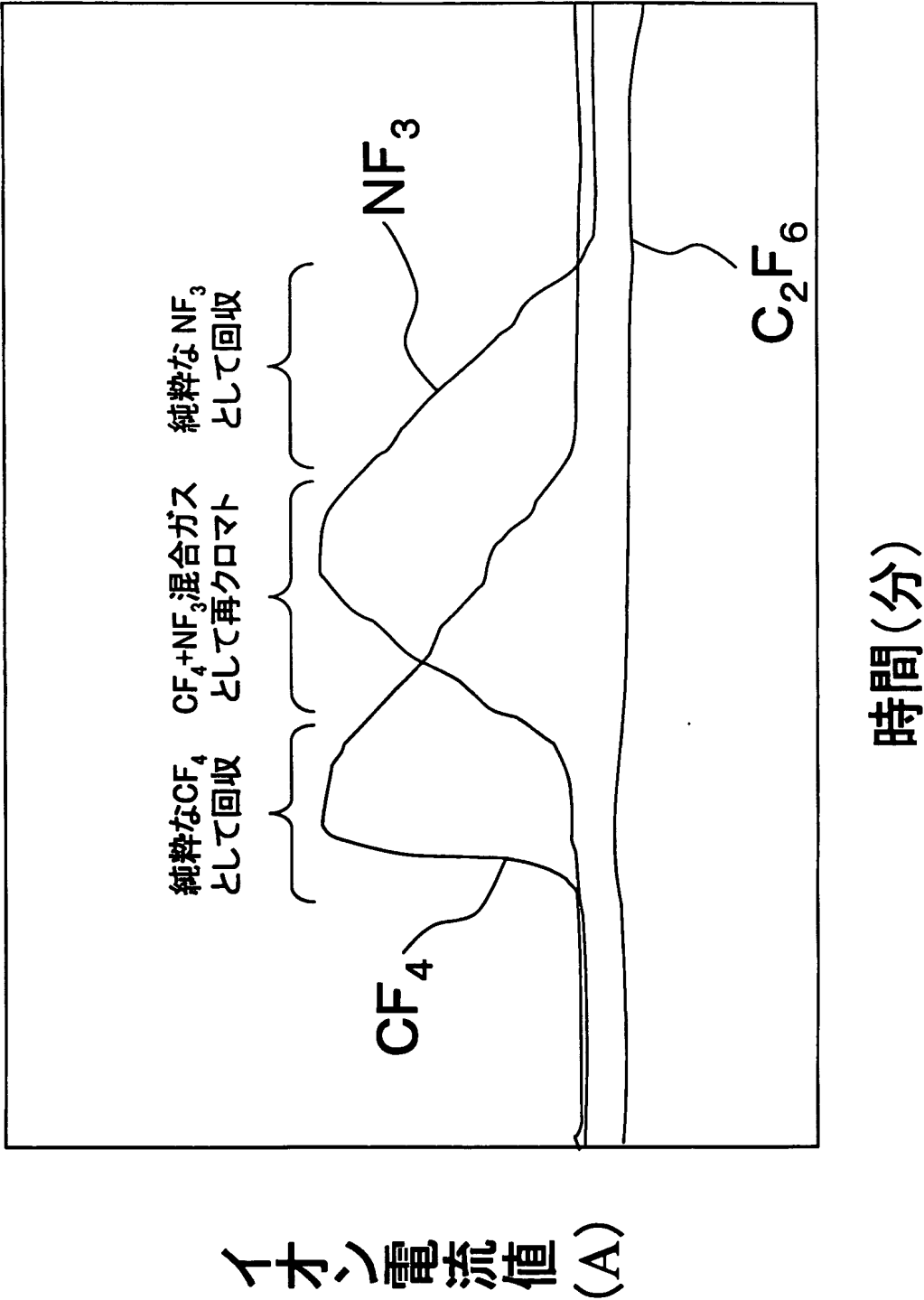
[図2]



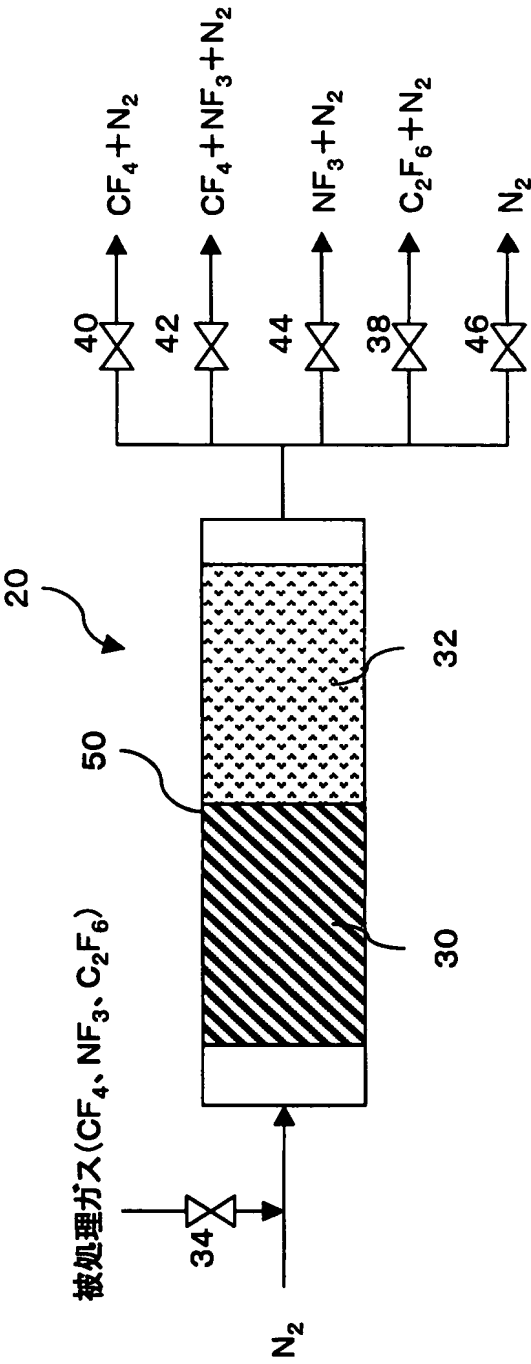
[図3]



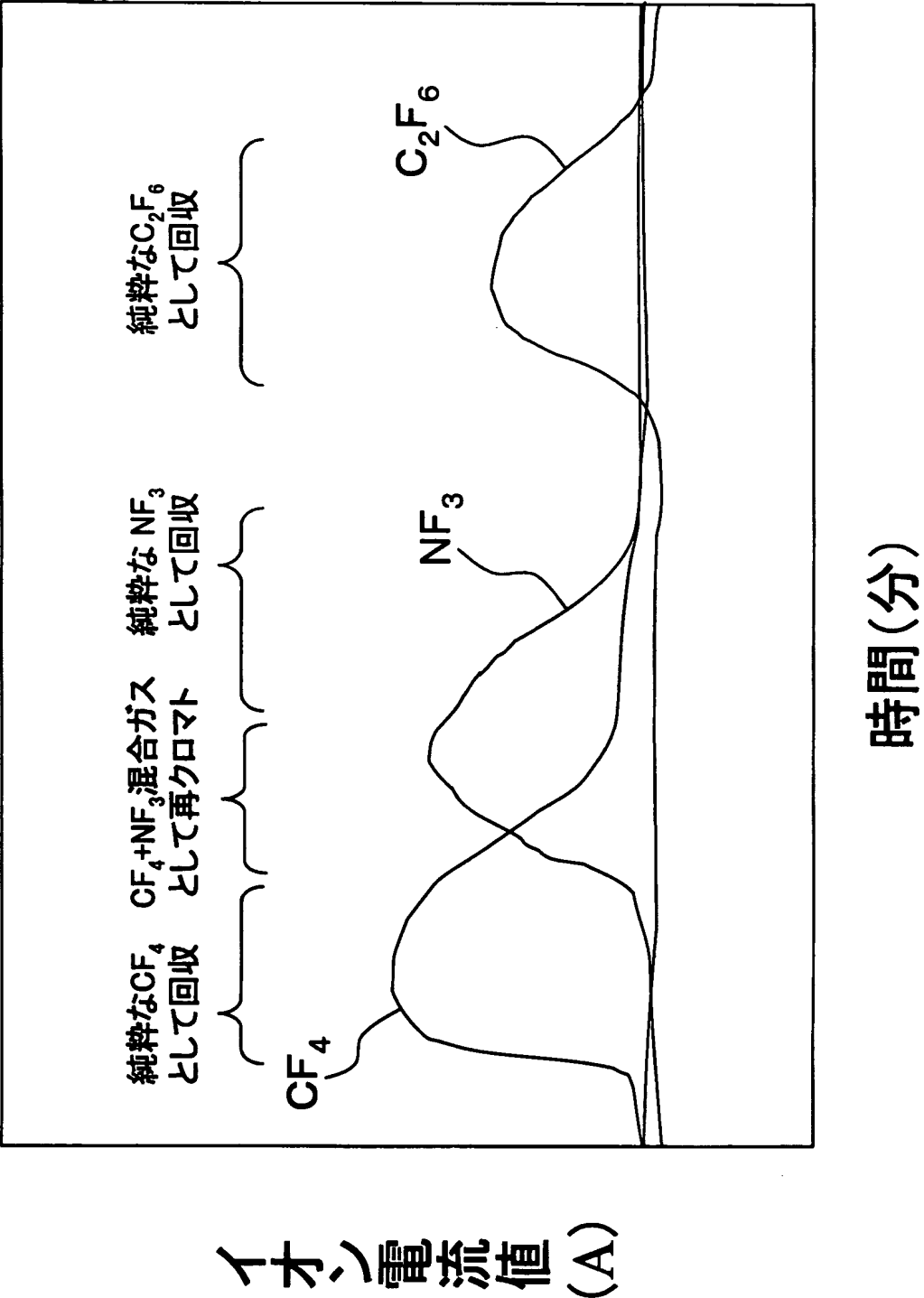
[図4]



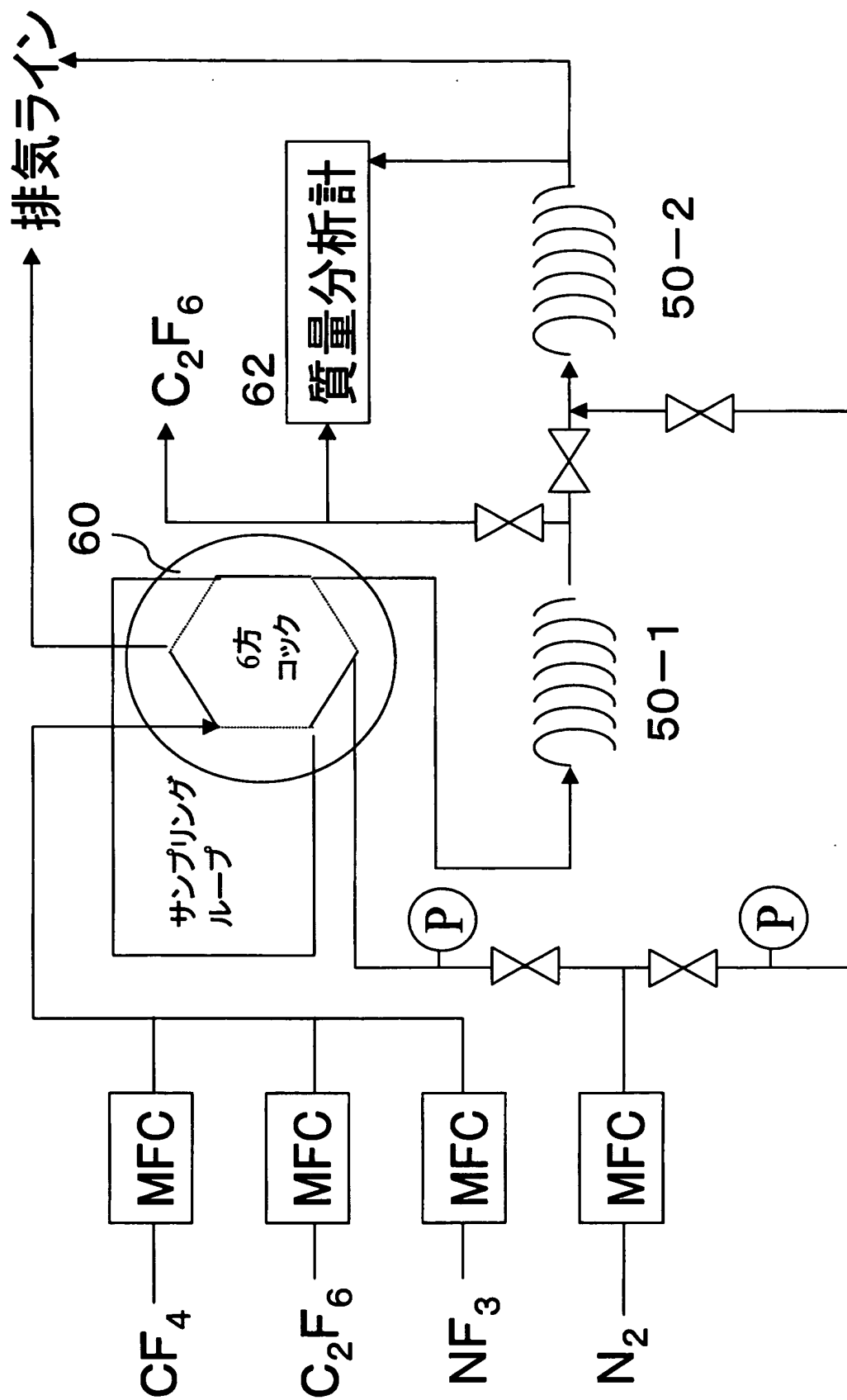
[図5]



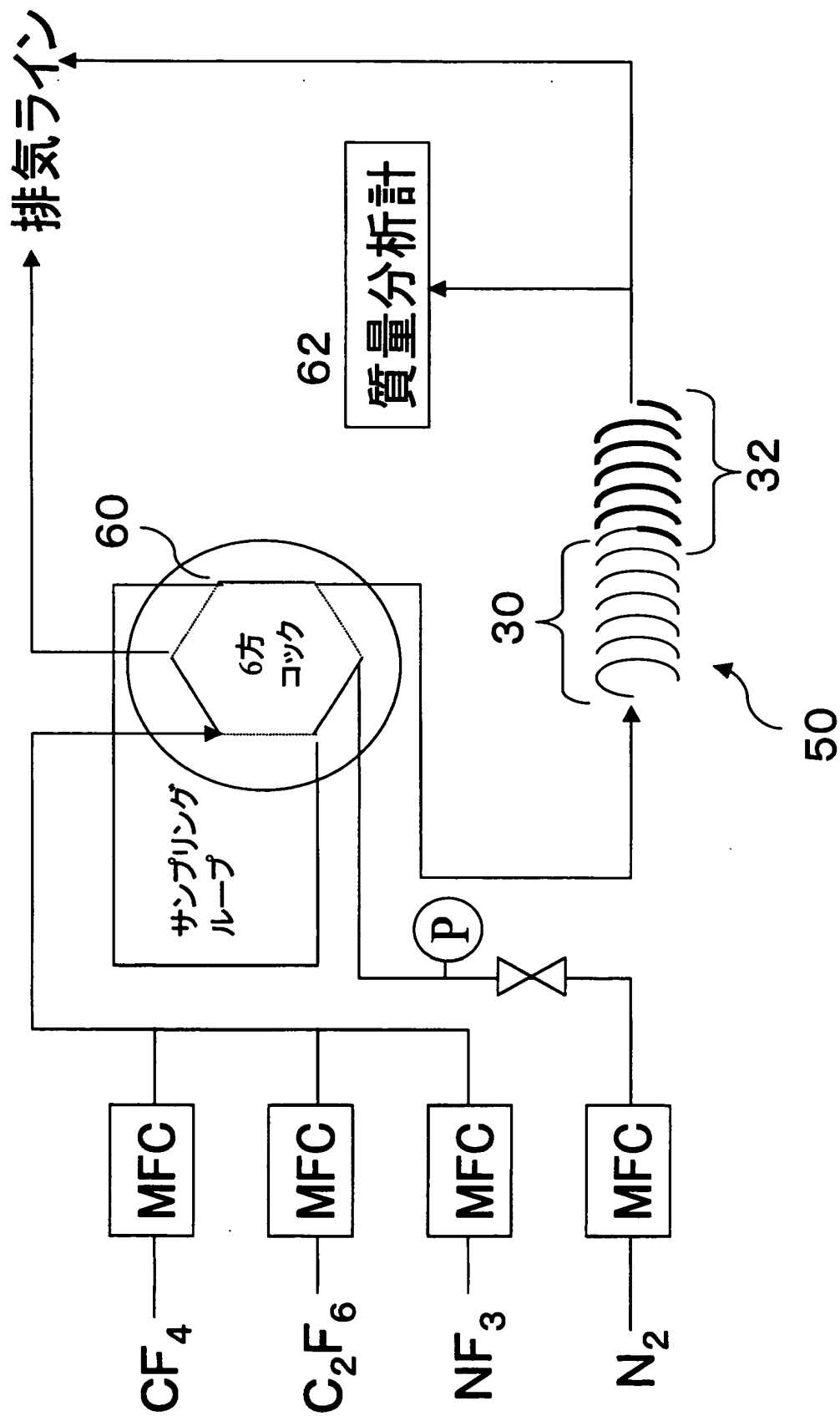
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/007616

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ B01D53/68

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ B01D53/04, 53/68

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2002-35527 A (Japan Atomic Energy Research Institute), 05 February, 2002 (05.02.02), Full text & EP 1175933 A1 & US 2002/0023540 A1	1-3
Y	JP 47-48107 B1 (Esso Research and Engineering Co.), 04 December, 1972 (04.12.72), Column 3, line 35 to column 4, line 4 (Family: none)	1-3
A	JP 2002-147948 A (Organo Corp.), 22 May, 2002 (22.05.02), Full text & EP 1205232 A2 & US 2002-0059863 A1	1-5

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
15 July, 2004 (15.07.04)

Date of mailing of the international search report
03 August, 2004 (03.08.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ B01D 53/68

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ B01D 53/04, 53/68

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1926-1996
日本国公開実用新案公報	1971-2004
日本国登録実用新案公報	1994-2004
日本国実用新案登録公報	1996-2004

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2002-35527 A(日本原子力研究所)2002.02.05, 全文 & EP 1175933 A1 & US 2002/0023540 A1	1-3
Y	JP 47-48107 B1(エツ・リサーチ・エンタープライジング・コンパニー)1972.12.04, 第3欄第35行-第4欄第4行(ファミリーなし)	1-3
A	JP 2002-147948 A(わか)株式会社)2002.05.22, 全文 & EP 1205232 A2 & US 2002-0059863 A1	1-5

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

15.07.2004

国際調査報告の発送日

03.8.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

森 健一

4Q

9263

電話番号 03-3581-1101 内線 3467